

Biologi reproduksi ikan tongkol komo, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) di Samudra Hindia Bagian Timur

[Reproductive biology of kawakawa, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) in Eastern Indian Ocean]

Rani Ekawaty^{1✉}, Irwan Jatmiko²

¹Program Studi MSP, Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana
Bukit Jimbaran, Bali 80361

²Loka Riset Perikanan Tuna, Jl. Mertasari 140 Denpasar, Bali 80224

Diterima: 21 Oktober 2017; Disetujui: 14 Agustus 2018

Abstrak

Tongkol komo (*Euthynnus affinis*) merupakan salah satu jenis ikan ekonomis penting bagi nelayan di Denpasar, Bali. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis biologi reproduksi ikan tongkol komo seperti tingkat kematangan gonad (TKG), indeks kematangan gonad (IKG) dan panjang proporsi matang gonad 50% (L_{50}) dan 95% (L_{95}) tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur. Contoh ikan dikumpulkan dari hasil tangkapan nelayan yang didaratkan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan, Bali dari bulan Mei hingga September 2016. Jumlah contoh ikan yang dikumpulkan sebanyak 168 ekor, masing-masing diukur panjang cagak, bobot individu, bobot gonad dan penetapan TKG. Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan TKG, IKG dan proporsi matang gonad. Hasil penelitian diperoleh panjang cagak berkisar antara 26-55 cm dengan rata-rata 38 cm dan didominasi kelas panjang 28 cm. Tingkat kematangan gonad ikan didominasi oleh TKG III (38%), kemudian diikuti oleh TKG II (26%), TKG I (22%) dan TKG IV (14%). Rata-rata indeks kematangan gonad sebesar 0,558 dengan kisaran 0,009-5,075. Proporsi Panjang matang gonad 50% dan 95% berturut-turut adalah 48,4 cm dan 55,7 cm. Perlu dilakukan pengaturan penangkapan sehingga 50% ikan yang tertangkap sudah pernah memijah.

Kata penting: tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, musim pemijahan

Abstract

Kawakawa (*Euthynnus affinis*) is one of the economically important fish species for fishermen in Denpasar, Bali. The objective of this study was to analyze the reproductive biology of kawakawa such as the gonadal maturity level (GML), gonad maturity index (GMI) and the length proportion of the mature gonads 50% (L_{50}) and 95% (L_{95}) of kawakawa in the Eastern Indian Ocean. Fish samples were collected from the fishermen catch landed at Kedonganan Fishing Port (PPI), Bali from May to September 2016. The total of fish samples collected were 168 individual. Each individual species was measured their fork length (FL), individual weight, gonad weight and determination of gonadal maturity level. The data obtained were analyzed to determine GML, GMI and proportions of gonads mature. The results showed that the fork length ranged from 26-55 cm with an average of 38 cm and dominated by a 28 cm. The maturity level of fish gonads was dominated by GML III (38%), followed by GML II (26%), GML I (22%) and GML IV (14%), respectively. The average gonad maturity index was 0.558 with a range of 0.009-5.075. The length of gonad matured in proportion 50% and 95% was 48.4 cm and 55.7 cm, respectively. It is suggested to regulating in fishing capture of kawakawa so that 50% of the fish caught have spawned.

Keywords: maturity stage, gonado somatic index, spawning season

Pendahuluan

Tongkol komo, *Euthynnus affinis* (Cantor, 1849) merupakan salah satu dari enam spesies yang tergabung dalam kelompok tuna neritik (*neritic tuna*). Selain tongkol komo, spesies lain yang tergabung dalam kelompok tuna neritik adalah tongkol abu-abu (*Thunnus tonggol*), tongkol krai (*Auxis thazard*), tongkol lisong (*Auxis rochei*), tenggiri (*Scomberomorus commerson*)

dan tenggiri papan (*Scomberomorus guttatus*) (Herrera & Pierre 2009).

Rata-rata produksi ikan tuna neritik di Samudra Hindia mencapai lebih dari 600 ribu ton per tahun. Kelompok tuna neritik masuk dalam mandat *Indian Ocean Tuna Commission* (IOTC) untuk melakukan telaah dan kajian dalam rangka menjaga kelestarian stok tuna neritik di Samudra Hindia. Dari nilai produksi tersebut, tongkol komo merupakan yang terbesar dengan rata-rata

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: rani.ekawaty@unud.ac.id

produksi tahunan mencapai hampir 159 ribu ton (26%). Nilai ini hampir sama dengan rata-rata produksi tongkol abu-abu sebesar 157 ribu ton (25%) dan tenggiri papan sebesar 151 ribu ton (24%) (IOTC 2017).

Produksi tongkol komo di Indonesia juga merupakan yang terbesar dibandingkan spesies yang lain dalam kelompok tuna neritik. Dalam kurun waktu 2004-2014, produksi tuna neritik mencapai lebih dari 6 juta ton. Dari nilai tersebut, tongkol komo (*E. affinis*) berkontribusi sebesar 1,6 juta ton (26%). Angka ini diikuti produksi tongkol krai (*A. thazard*) sebesar 1,5 juta ton (25%), tenggiri (*S. commerson*) sebesar 1,4 juta ton (23%), tongkol abu-abu (*T. tonggol*) sebesar 1,1 juta ton (19%), tenggiri papan (*S. guttatus*) sebesar 263 ribu ton (4%), dan tongkol lisong (*A. rochei*) sebesar 116 ribu ton (2%) (DJPT 2015).

Saat ini, status stok tongkol komo di Samudra Hindia masih dalam kondisi sehat (*not overfished and not subject to overfishing*) (IOTC 2017). Namun dengan meningkatnya permintaan produk tuna neritik dan tingginya tekanan penangkapan akan berdampak buruk terhadap kondisi stok spesies ikan (King 2010). Oleh karena itu, diperlukan langkah preventif untuk menjaga kelestarian stok ikan tongkol komo. Salah satu informasi dasar untuk mendukung pengelolannya adalah aspek biologi reproduksi spesies tersebut.

Informasi tentang aspek biologi reproduksi ikan berperan penting untuk mengetahui tingkat produktivitas populasi ikan dan perubahan kondisi lingkungan perairan (Murua & Motos 2006, Morgan *et al.* 2009). Selain itu, informasi panjang pada saat 50% populasi matang gonad (L_{50}) dan 95% populasi matang gonad (L_{95}) juga dapat menjadi indikator daya tahan (*resistence*)

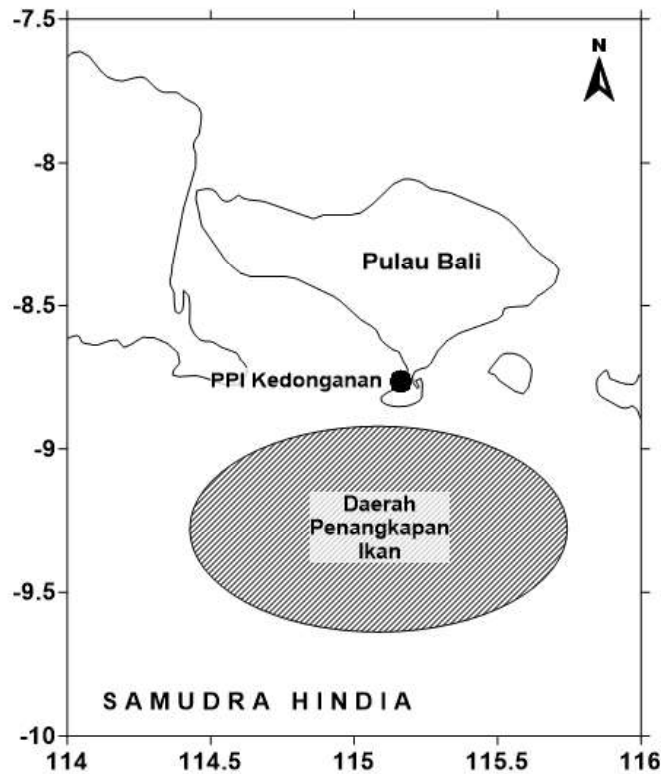
populasi terhadap tekanan penangkapan (Chuwen *et al.* 2011, Lappalainen *et al.* 2016). Informasi tersebut juga dapat digunakan untuk mengestimasi nisbah potensial pemijahan (*spawning potential ratio*) sebagai indikator untuk menilai status stok spesies ikan (Hordyk *et al.* 2015).

Penelitian tentang biologi reproduksi tongkol komo telah dilakukan di beberapa lokasi. Beberapa diantaranya dilakukan di perairan Laut Jawa (Masuswo & Widodo 2016, Hidayat *et al.* 2016) dan di perairan Selat Sunda (Ardelia *et al.* 2016). Namun di Samudra Hindia bagian Timur, khususnya di perairan selatan Bali, penelitian biologi reproduksi tongkol komo belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aspek biologi reproduksi tongkol komo yaitu: tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, panjang pada saat proporsi 50% (L_{50}) dan 95% (L_{95}) matang gonad serta panjang ikan kali pertama tertangkap (L_c).

Bahan dan metode

Sampel tongkol komo betina diperoleh dari hasil tangkapan armada penangkap ikan yang beroperasi di Samudra Hindia Bagian Timur di selatan Bali. Pengambilan sampel ikan dilakukan di Pangkalan Pendaratan Ikan (PPI) Kedonganan, Denpasar, Bali (Gambar 1) dari bulan Mei-September 2016.

Sampel ikan tongkol komo betina diukur panjang cagak (cm) dan ditimbang bobotnya (g) serta gonad diambil untuk ditimbang (g). Sampel yang digunakan dalam penelitian ini hanya yang betina karena ikan betina lebih berperan terhadap jumlah individu anakan ikan yang dihasilkan. Penentuan tingkat kematangan gonad (TKG) secara visual berdasarkan kriteria TKG menurut Cassie *in* Effendie (1997) (Tabel 1).



Gambar 1. Daerah penangkapan ikan dan lokasi pengambilan sampel gonad ikan tongkol komo betina yang didaratkan di PPI Kedonganan, Bali

Tabel 1. Kriteria tingkat kematangan gonad menurut Cassie *in* Effendie (1997)

TKG	Gonad betina
I	Ovari seperti benang, panjang sampai ke depan rongga tubuh. Permukaan ovari licin.
II	Ukuran ovari lebih besar. Pewarnaan lebih gelap kekuningan. Telur belum terlihat jelas dengan mata.
III	Ovari bewarna kuning dan secara morfologi telur mulai kelihatan butirnya dengan mata.
IV	Ovari makin besar. Telur bewarna kuning dan mudah dipisahkan. Butir minyak tidak tampak. Ovari mengisi 1/2 sampai 2/3 rongga perut, usus terdesak.
V	Ovari berkerut, dinding tebal, butir telur sisa terdapat di dekat pelepasan. Banyak telur seperti pada tingkat II.

Indeks kematangan gonad dianalisis dengan rumus IKG dari Strum (1978):

$$IKG = \frac{Bg}{Bt} \times 100$$

Keterangan: IKG= Indeks kematangan gonad, Bg= bobot gonad (gram), Bt= bobot total ikan (gram)

Panjang 50% dan 95% matang gonad menggunakan rumus proporsionalitas dari King (2010):

$$P = (1 + \exp^{-r * (L-Lm)})$$

Keterangan: P= proporsi matang gonad pada tiap-tiap kelas panjang cagak, r= nilai kemiringan kurva, L= panjang cagak (cm), Lm= panjang matang gonad (50% & 95%)

Ukuran panjang ikan kali pertama tertangkap atau *length at first captured* (Lc) dihitung melalui persamaan Kerstan (1985):

$$Y = \frac{100}{1 + a * e^{-bx}}$$

Keterangan: Y= proporsi tertahan pada setiap titik kelas panjang (%), a= koefisien intersep, b= slope, e= eksponensial, x = ukuran kali pertama tertangkap (Lc)

Dalam analisis ini digunakan dua kriteria kematangan gonad yaitu kelompok belum matang gonad (TKG I, II & III) dan kelompok matang gonad (TKG IV)

Hasil

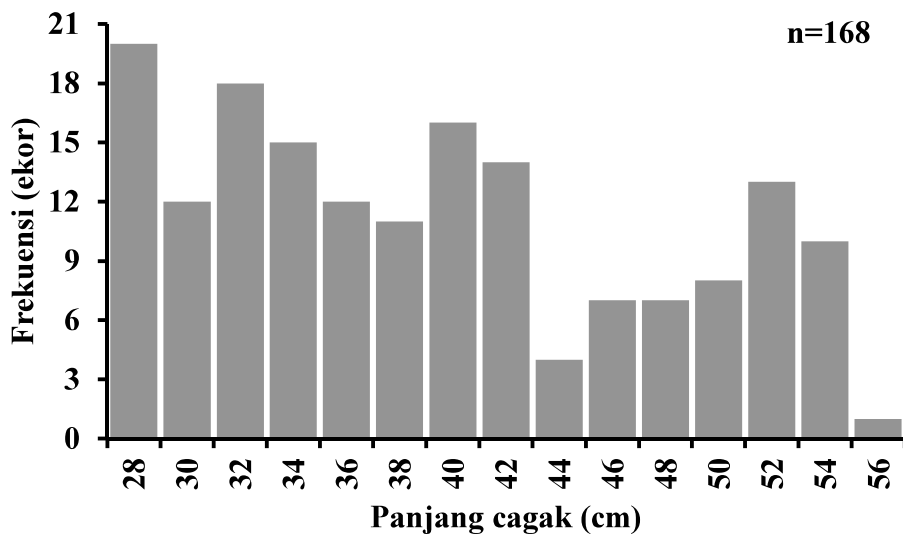
Total sebanyak 168 ekor tongkol komo betina dikumpulkan selama 5 bulan dari Mei hingga September 2016. Panjang cagak tongkol komo berkisar antara 26-55 cm dengan rata-rata 38 cm dan didominasi kelas panjang 28 cm (Gambar 2).

Pengamatan visual menunjukkan tongkol komo yang tertangkap berada fase TKG I hingga TKG IV dan tidak ada ikan dengan TKG V.

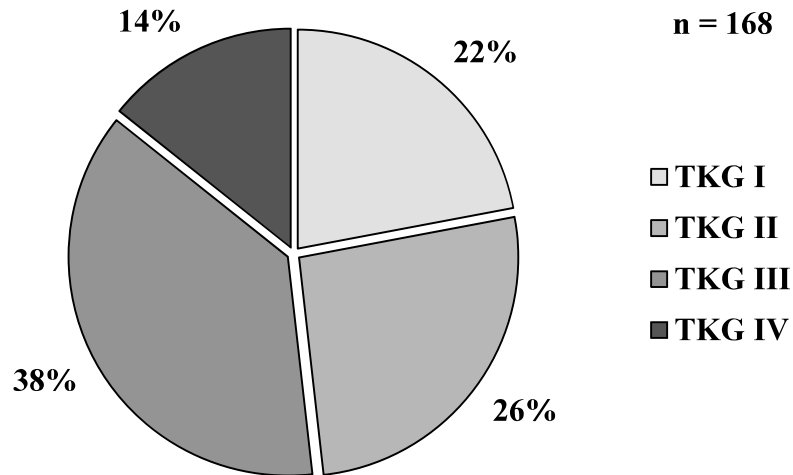
Tingkat kematangan gonad tongkol komo yang tertangkap didominasi oleh TKG III sebesar 38%, diikuti oleh TKG II (26%), TKG I (22%) dan TKG IV (14%) (Gambar 3).

Persentase tingkat kematangan gonad pada masing-masing kelas panjang diketahui bahwa TKG I terjadi pada panjang cagak 28-36 cm, TKG II pada panjang cagak 28-44 cm, TKG III pada panjang cagak 34-54 cm dan TKG IV pada panjang cagak 42-56 cm (Gambar 4).

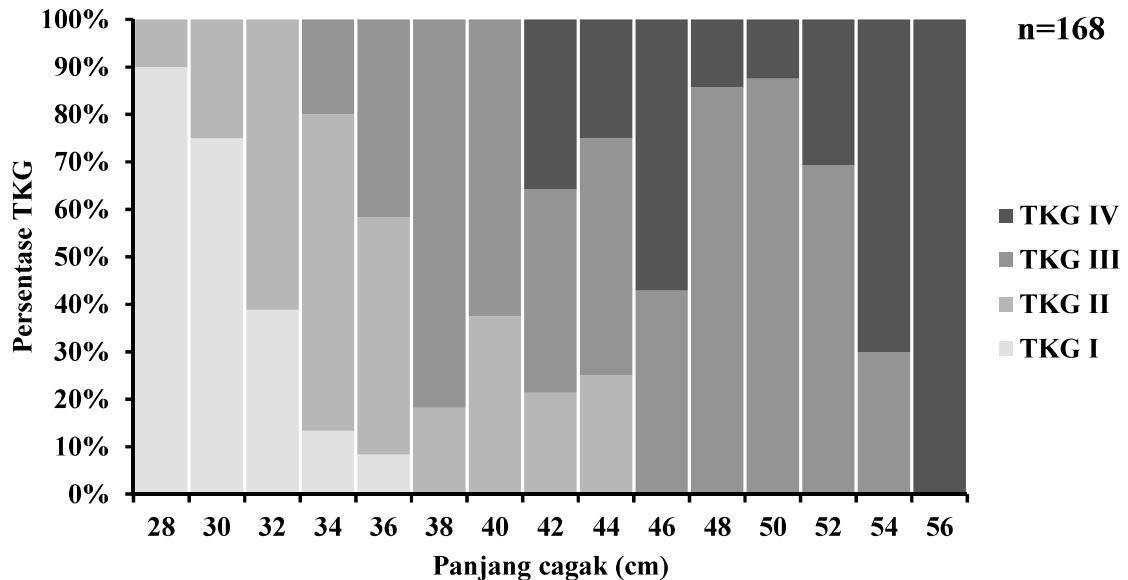
Sebaran TKG tongkol komo di perairan selatan Bali tiap bulan menunjukkan bahwa ikan-ikan dewasa mendominasi dari bulan Mei hingga Agustus, sedangkan ikan-ikan kecil mendominasi hanya pada bulan September (Tabel 2).



Gambar 2. Frekuensi panjang tongkol komo (*E. affinis*) di perairan selatan Bali pada bulan Mei sampai September 2016



Gambar 3. Persentase tingkat kematangan gonad tongkol komo di perairan selatan Bali pada bulan Mei - September 2016



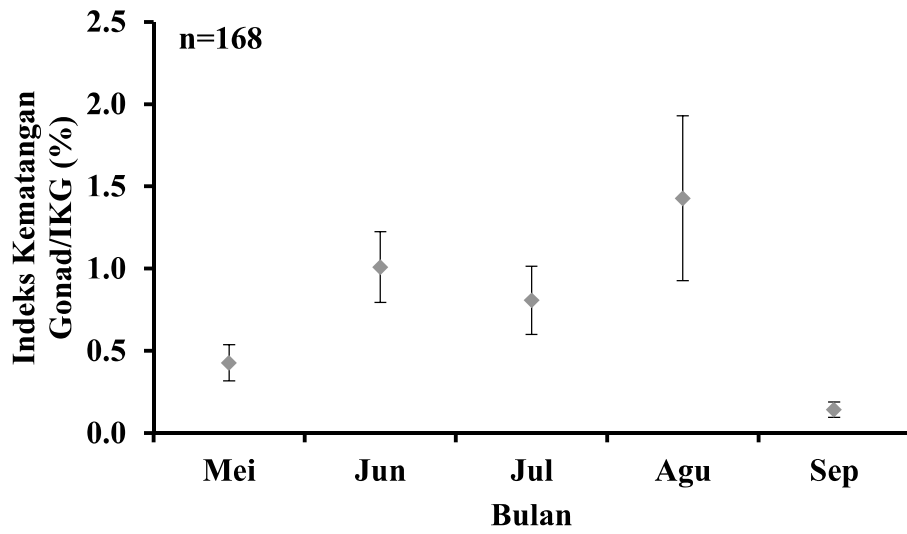
Gambar 4. Tingkat kematangan gonad tongkol komo di perairan selatan Bali pada bulan Mei - September 2016 berdasarkan kelas panjang cagak.

Tabel 2. Sebaran tingkat kematangan gonad tongkol komo di perairan selatan Bali tiap bulan pada Mei - September 2016

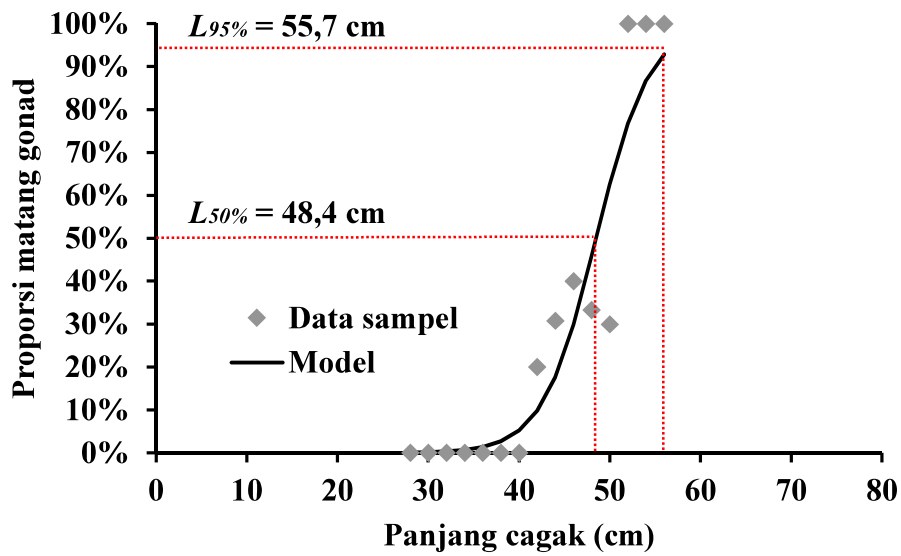
TKG (%)	Mei	Juni	Juli	Agustus	September
I	0	0	0	0	56,06
II	30	10	13,33	16,67	39,39
III	53,33	70	63,33	33,33	4,55
IV	16,67	20	23,33	50	0

Sebaran IKG tiap bulan menunjukkan bahwa IKG tertinggi terjadi pada bulan Agustus

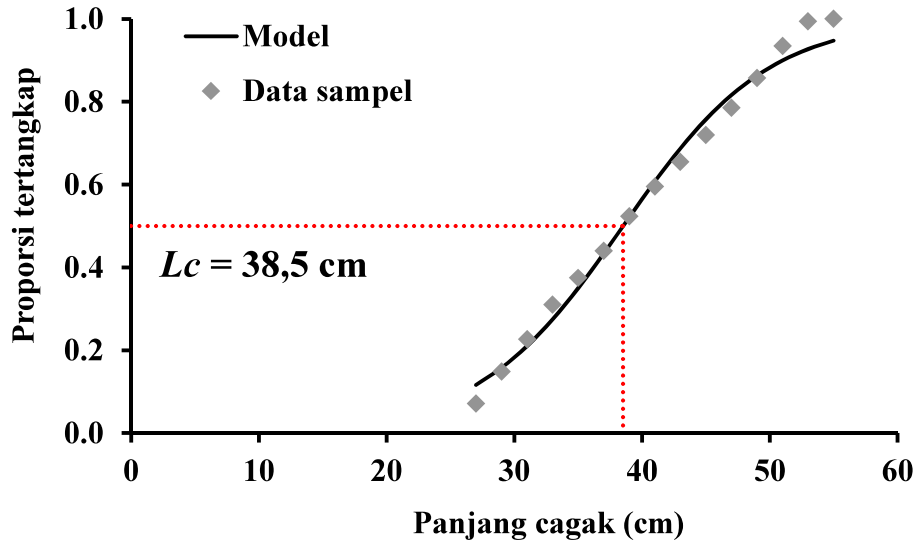
sebesar 1,430 sedangkan terendah terjadi pada bulan September sebesar 0,046 (Gambar 5). Panjang proporsi matang gonad 50% (L_{50}) dan 95% (L_{95}) masing masing secara berurutan adalah 48,4 cm dan 55,7 cm (Gambar 6) dan ukuran pertama kali tertangkap (L_c) terjadi pada panjang cagak 38,5 cm (Gambar 7).



Gambar 5. Sebaran IKG bulanan tongkol komo dari bulan Mei sampai September 2016



Gambar 6. Rata-rata ukuran kali pertama ikan matang gonad ikan tongkol komo di perairan selatan Bali



Gambar 7. Ukuran kali pertama tertangkap (L_c) tongkol komo (*E. affinis*) di perairan selatan Bali

Pembahasan

Tongkol komo yang didaratkan di PPI Kedondongan memiliki panjang cagak antara 26-55 cm. Kisaran ini hampir sama dengan beberapa penelitian tongkol komo sebelumnya di Laut Jawa dengan kisaran 27-58 cm (Masuswo & Widodo 2016) dan 38-52 cm (Hidayat *et al.* 2016), di perairan Barat Sumatera dengan kisaran panjang 30-60 cm (Jatmiko *et al.* 2014) dan di Selat Malaka dengan kisaran 16-58 cm (Jamon *et al.* 2016). Kisaran panjang ini sedikit berbeda dengan tongkol komo yang tertangkap di perairan Tanzania dengan kisaran panjang cagak yang lebih tinggi yaitu 31-85 cm (Johnson & Tamata-mah 2013). Perbedaan ukuran panjang ini dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan perairan (Jonsson & Jonsson 2014) di mana kondisi lingkungan yang buruk dapat menghambat pertumbuhan spesies ikan (Effendie 1997).

Penelitian tentang biologi reproduksi kelompok tuna beberapa telah dilakukan di perairan Samudra Hindia seperti tuna mata besar (Faizah & Prisantoso 2010), madidihang (Andamari *et al.* 2012) dan cakalang (Jatmiko *et al.* 2015). Beberapa penelitian tentang aspek biologi reproduksi

tongkol komo telah dilakukan di perairan Laut Jawa (Masuswo & Widodo 2016, Hidayat *et al.* 2016) dan di perairan Selat Sunda (Ardelia *et al.* 2016). Terdapat kemiripan waktu berlangsungnya musim pemijahan tongkol komo di kedua wilayah tersebut di mana tongkol komo di Laut Jawa dan Selat Sunda diduga mengalami pemijahan dari bulan Mei hingga Agustus setiap tahunnya.

Tingkat Kematangan Gonad (TKG) tongkol komo didominasi oleh ikan yang belum matang gonad (TKG I, II & III) sebesar 85% sehingga mayoritas ikan yang tertangkap oleh nelayan belum matang gonad. Hal ini tidak baik bagi pengelolaan perikanan tongkol komo karena idealnya ikan yang tertangkap perlu memijah minimal satu kali sebelum tertangkap untuk melanjutkan keturunan (Farley *et al.* 2013). Penelitian Schaefer (2001) menjelaskan bahwa satu individu kelompok tuna mengeluarkan telur secara bertahap dalam satu musim pemijahan (*partial spawner*). Hal ini perlu dibuktikan lebih lanjut dengan pengukuran diameter telur tongkol komo.

Proporsi matang gonad tongkol komo tertinggi terjadi pada bulan Agustus sebesar 50%.

Diikuti oleh bulan Juli dan Juni dengan masing-masing secara berurutan sebesar 23% dan 20%. Meskipun demikian, penelitian dengan rentang waktu yang lebih lama (satu tahun) perlu dilakukan untuk mengetahui nilai IKG tongkol komo pada seluruh bulan. Berdasarkan analisis sebaran modus diameter telur, tongkol komo di Laut Jawa memiliki strategi reproduksi beberapa kali memijah dengan musim pemijahan terjadi pada bulan Juni-Agustus (Hidayat *et al.* 2016).

Panjang proporsi matang gonad 50% (L_{50}) dan 95% (L_{95}) tongkol komo masing-masing secara berurutan adalah 48,4 cm dan 55,7 cm. L_{50} sering disebut sebagai panjang kali pertama matang gonad (L_m). Nilai ini sangat penting untuk mengetahui panjang suatu populasi ikan mulai matang gonad (Hossain *et al.* 2016). Panjang proporsi matang gonad 95% (L_{95}) tongkol komo belum pernah dilakukan penelitian sebelumnya. Padahal nilai ini dapat digunakan untuk mengestimasi rasio potensial pemijahan sebagai indikator untuk menilai status stok spesies ikan (Horzyk *et al.* 2015). Hanya sekitar 15% ikan yang tertangkap dalam penelitian ini telah mengalami matang gonad. Selain itu, nilai panjang kali pertama tertangkap (L_c) sebesar 38,5 cm juga lebih kecil daripada panjang kali pertama matang gonad (L_m) sebesar 48,4 cm. Kondisi ini tidak baik bagi pengelolaan perikanan tongkol komo secara berkelanjutan karena ikan yang tertangkap diindikasikan belum melakukan pemijahan. Hal ini sangat mengancam sumber daya tongkol komo karena spesies ikan perlu melakukan regenerasi minimal sekali sebelum mati atau tertangkap untuk menjamin kelestariannya (King 2010).

Panjang kali pertama tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur matang gonad lebih panjang daripada spesies yang sama di perairan Laut Jawa dengan panjang cagak 43,2 cm (Masuswo & Widodo 2016), Selat Sunda dengan

panjang cagak 40,7 cm (Ardelia *et al.* 2016), Selat Malaka dengan panjang cagak 43 cm (Jamon *et al.* 2016) dan Samudra Hindia Bagian Barat dengan panjang total 47 cm (Johnson & Tamatamah 2013).

Simpulan

Tongkol komo yang tertangkap di Samudra Hindia Bagian Timur didominasi oleh ikan yang belum matang gonad. Rerata panjang cagak lebih kecil daripada proporsi matang gonad 50%, sehingga sebagian besar ikan yang tertangkap belum pernah melakukan pemijahan. Kondisi ini tidak baik bagi pengelolaan perikanan karena belum terjadi regenerasi populasi tongkol komo di Samudra Hindia Bagian Timur.

Persantunan

Penelitian ini merupakan kelanjutan dari Hibah Dosen Muda Universitas Udayana T.A 2015. Penulis mengucapkan terima kasih kepada nelayan dan pedagang ikan di PPI Kedonganan, Bali yang membantu pengumpulan sampel ikan. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada saudara Herjon, Chika, Vera, dan Adit yang telah membantu dalam pengumpulan dan analisis sampel ikan.

Daftar pustaka

- Andamari R, Hutapea JH, Prisantoso BI. 2012. Aspek reproduksi ikan tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4(1): 89-96.
- Ardelia V, Vitner Y, Boer M. (2016). Biologi reproduksi ikan tongkol *Euthynnus affinis* di perairan Selat Sunda. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 8(2): 689-700.
- Chuwen BM, Potter IC, Hall NG, Hoeksema SD, Laurenson LJB. 2011. Changes in catch rates and length and age at maturity, but not growth, of an estuarine plotosid (*Cnidoglanis macrocephalus*) after heavy fishing. *Fishery Bulletin*, 109(3): 247-260.

- Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap (DJPT). 2015. *Statistik Perikanan Tangkap Indonesia Tahun 2014*. Direktorat Jenderal Perikanan Tangkap, Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Jakarta, Indonesia. 427 p.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama, Yogyakarta. 163 p.
- Faizah R, Prisantoso BI. 2010. Biologi reproduksi tuna mata besar (*Thunnus obesus*) yang tertangkap di Samudera Hindia. *Jurnal Bawal*, 3(2): 129-137.
- Farley JH, Williams AJ, Hoyle SD, Davies CR, Nicol SJ. 2013. Reproductive dynamics and potential annual fecundity of south pacific albacore tuna (*Thunnus alalunga*). *Plos One*, 8(4): e60577.
- Herrera M, Pierre L. 2009. Status of IOTC databases for neritic tunas. *IOTC-2009-WPDCS-06*. 46 pp.
- Hidayat T, Febrianti E, Restiangsih YH. 2016. Pola dan musim pemijahan ikan tongkol komo (*Euthynnus affinis* Cantor, 1850) di Laut Jawa. *Jurnal Bawal*, 8(2): 101-108.
- Hordyk A, Ono K, Sainsbury K, Loneragan N, Prince J. 2015. Some explorations of the life history ratios to describe length composition, spawning-per-recruit, and the spawning potential ratio. *ICES Journal of Marine Science*, 72(1): 204-216.
- Hossain MY, Hossen MA, Islam MM, Pramanik MNU, Nawar F, Paul AK, Hameed HMA, Rahman MM, Kaushik G, Bardoloi S. 2016. Biometric indices and size at first sexual maturity of eight alien fish species from Bangladesh. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 42(3): 331-339.
- Indian Ocean Tuna Commission (IOTC). 2017. Report of the 7th Session of the IOTC Working Party on Neritic Tunas. *IOTC-2017-WPNT07-R/EJ*. 93 pp.
- Jamon S, Faizal EM, Basir S. 2016. Fishery, biology and population characteristics of kawakawa in Perlis the west coast of Peninsular Malaysia. *Indian Ocean Tuna Commission IOTC-2016-Working Party on Neritic Tuna 06-15*: 1-16.
- Jatmiko I, Hartaty H, Bahtiar A. 2015. Biologi reproduksi cakalang (*Katsuwonus pelamis*) di Samudra Hindia Bagian Timur. *Bawal*, 7(2): 87-94.
- Jatmiko I, Sulistyaningsih R, Nugroho D. 2014. Laju pertumbuhan, laju kematian dan eksploitasi ikan tongkol komo, *Euthynnus affinis* (Cantor 1849), di perairan Samudra Hindia Barat Sumatera. *Bawal*. 6(2): 69-76.
- Johnson MG, Tamatamah AR. 2013. Length frequency distribution, mortality rate and reproductive biology of kawakawa (*Euthynnus affinis* Cantor, 1849) in the coastal waters of Tanzania. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 16(21): 1270-1278.
- Jonsson B, Jonsson N. 2014. Early environment influences later performance in fishes. *Journal of Fish Biology*, 85(2): 151-188.
- Kerstan M. 1985. Age, growth, maturity and mortality estimates of horse mackerel (*Trachurus trachurus*) from the waters west of Great Britain and Ireland in 1984. *Archiv fur Fischereiwissenschaft*, 36(2): 115-154.
- King M. 2010. *Fisheries Biology, Assessment and Management, Second Edition*. Blackwell Publishing Ltd., Oxford, England. 381 p.
- Lappalainen A, Saks L, Sustar M, Heikinheimo O, Jurgens K, Kokkonen E, Kurkilahti M, Verliin A, Vetemaa M. 2016. Length at maturity as a potential indicator of fishing pressure effects on coastal pikeperch (*Sander lucioperca*) stocks in the northern Baltic Sea. *Fisheries Research*, 174(1): 47-57.
- Masuswo R, Widodo AA. 2016. Karakteristik biologi ikan tongkol komo (*Euthynnus affinis*) yang tertangkap jaring insang hanyut di Laut Jawa. *Bawal*, 8(1): 57-63.
- Morgan MJ, Murua H, Kraus G, Lambert Y, Marteinsdottir G, Marshall C *et al.* 2009. The evaluation of reference points and stock productivity in the context of alternative indices of stock reproductive potential. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(3): 404-414.
- Murua H, Motos L. 2006. Reproductive strategy and spawning activity of the European hake *Merluccius merluccius* (L.) in the Bay of Biscay. *Journal of Fish Biology*, 69(5): 1288-1303.
- Schaefer K. 2001. Reproductive biology of tunas. In: Block BA, Stevens ED (ed.). *Fish Physiology Volume 19. Tuna: Physiology*,

Ecology and Evolution, 1st Edition. Academic Press, San Diego, USA. pp. 225-270.

Strum LMG. 1978. Aspects of the biology of *Scombemorus maculatus* (Mitchill) in Trinidad. *Journal of Fish Biology*, 13(2): 155-172.